Inteligencja w fizyce

Ten najpiękniejszy układ Słońca, planet i komet mógł powstać jedynie z woli i panowania inteligentnej i potężnej Istoty. - Izaak Newton

Wyobraźnia natury znacznie przewyższa naszą. - Richard P. Feynman

Po powstaniu materii we wszechświecie powstała nauka przyrodnicza – fizyka, która bada materię, jej ruch i zachowanie, a także powiązane z nią elementy energii i siły. Fizyka stała się podstawą badań innych dyscyplin nauk przyrodniczych. Jako podstawowa dyscyplina nauk przyrodniczych, fizyka bada najbardziej podstawowe formy i prawa ruchu wszelkiej materii, od wszechświata po cząstki elementarne. Ogólnie rzecz biorąc, fizyka koncentruje się na badaniu materii, energii, przestrzeni i czasu, a zwłaszcza ich właściwości i wzajemnych powiązań. Tu zostanie przedstawione zjawisko inteligencji w fizyce oraz kilka wspaniałych zjawisk, które zwiększają stabilność wszechświata na poziomie fizycznym. Można wyraźnie zaobserwować, że inteligencja pojawia się w procesie dążenia wszechświata do stabilności na poziomie fizycznym.

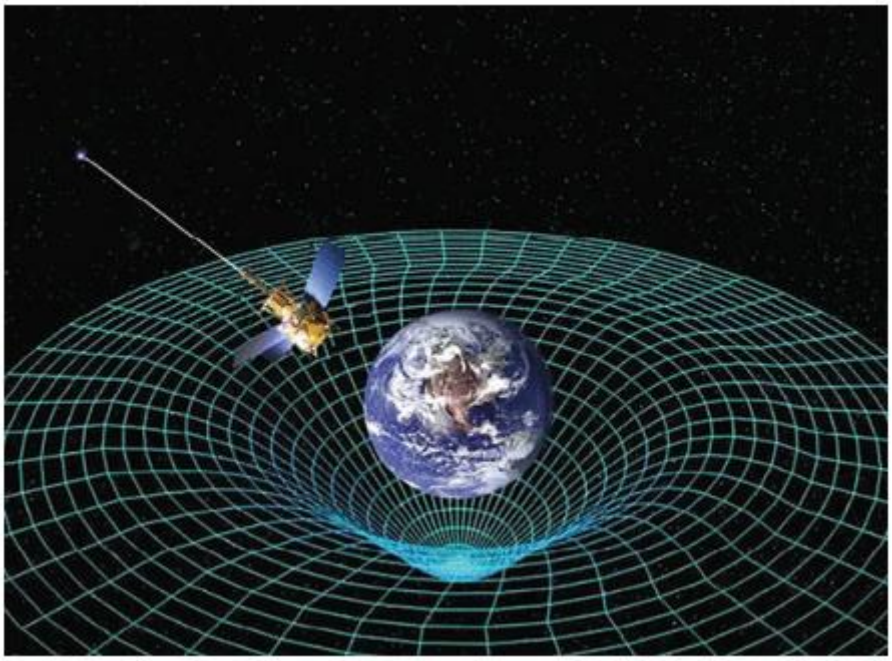
Idealny świat fizyczny

Wszechświat jest czymś więcej niż tylko pięknym i zapierającym dech w piersiach. Jest idealny – niesamowicie, wręcz niewiarygodnie idealny. Wszelkiego rodzaju stałe fizyczne – prędkość światła, ładunek elektronu, stosunki czterech podstawowych oddziaływań (tj. grawitacji, elektromagnetyzmu, oddziaływania słabego i silnego) – wydają się precyzyjnie dostrojone do stworzenia i funkcjonowania wszechświata. Jak wspomniano w rozdziale 1, istotę inteligencji w jej ogólnej formie można określić jako zdolność podmiotu do osiągania celów. Wszechświat fizyczny rzeczywiście posiada swoją inteligencję. Neutron jest 1,00137841870 razy cięższy od protonu, który jest jądrem wodoru. Pozwala to neutronowi rozpadać się na proton, elektron i neutrino – proces, który określił względne ilości wodoru i helu po Wielkim Wybuchu i dał nam wszechświat zdominowany przez wodór. Gdyby stosunek masy neutronów do protonów był choć trochę inny, żylibyśmy w zupełnie innym wszechświecie. Na przykład, przy zbyt dużej zawartości helu, gwiazdy wypaliłyby się zbyt szybko, aby mogło rozwinąć się życie, lub takie, w którym protony rozpadłyby się na neutrony, a nie odwrotnie, pozostawiając wszechświat bez atomów. Tak więc, w rzeczywistości, w ogóle byśmy tu nie żyli – nie istnielibyśmy. Oczywiście, mogłyby istnieć inne formy inteligentnego życia, o których nie śnili nawet pisarze science-fiction, które nie wymagałyby światła gwiazdy takiej jak Słońce ani cięższych pierwiastków chemicznych, które powstają w gwiazdach i są wyrzucane z powrotem w przestrzeń kosmiczną, gdy gwiazdy eksplodują. Niemniej jednak wydaje się oczywiste, że istnieje stosunkowo niewiele zakresów wartości liczb, które pozwoliłyby na rozwój jakiejkolwiek formy inteligentnego życia. Większość zestawów wartości dałaby początek wszechświatom, które, choć mogłyby być bardzo piękne, nie miałyby nikogo, kto mógłby podziwiać to piękno.

Grawitacja pochodząca od inteligentnego agenta

Jedną z fundamentalnych sił we wszechświecie jest grawitacja, dzięki której wszystkie obiekty posiadające masę lub energię, w tym gwiazdy, planety, galaktyki, skały, a nawet światło, zbliżają się do siebie. Grawitacja jest odpowiedzialna za wiele struktur we wszechświecie. Przyciąganie pierwotnej materii gazowej, wywołane przez grawitację we wczesnym stadium rozwoju wszechświata, sprawiło, że zaczęła się ona łączyć, tworząc gwiazdy i grupując się w galaktyki. W naszym codziennym życiu grawitacja nadaje ciężar obiektom fizycznym i powoduje spadanie skał z gór. Grawitacja spaja Układ Słoneczny, utrzymując wszystko – od największych planet po najmniejsze cząsteczki gruzu – na jego orbicie. Połączenia i interakcje wywołane przez grawitację wpływają na pory roku, prądy oceaniczne, pogodę, klimat, pasy radiacyjne i zorze polarne. Dlaczego istnieje grawitacja? Każdy jej doświadcza, ale

ustalenie, dlaczego w ogóle istnieje grawitacja, jest trudne. Chociaż grawitację udało się opisać prawami opracowanymi przez Izaaka Newtona, a później Alberta Einsteina, wciąż nie wiemy, w jaki sposób fundamentalne właściwości wszechświata łączą się, tworząc to zjawisko. Newton stwierdził w 1687 roku: „Grawitacja musi być powodowana przez (inteligentnego) agenta działającego stale zgodnie z pewnymi prawami ”. Przed Newtonem nikt nie słyszał o grawitacji, nie mówiąc już o koncepcji prawa uniwersalnego. Kim jest ten inteligentny agent? „Czy ten agent jest materialny, czy niematerialny, pozostawiam do rozważenia moim czytelnikom” – przyznał Newton. Przez ponad 200 lat nikt tak naprawdę nie kwestionował tego, czym może być inteligencja grawitacji. Prawdopodobnie wszyscy potencjalni pretendenci byli zastraszeni geniuszem Newtona. Einstein nie był zastraszony. W 1915 roku, bez żadnych eksperymentalnych prekursorów, Einstein wymyślił inteligentnego agenta, który powoduje grawitację. Zgodnie z jego słynną teorią względności, grawitacja jest naturalną konsekwencją wpływu masy na przestrzeń i czas. Zarówno Newton, jak i Einstein zgodzili się, że przestrzeń i czas mają wymiar (np. przestrzeń ma szerokość, długość i wysokość, a czas ma długość). Newton nie uważał jednak, że na przestrzeń i czas mogą wpływać znajdujące się w nich obiekty. Einstein uważał. Teoretyzował, że grawitacja jest po prostu naturalnym wynikiem istnienia masy w przestrzeni i czasie. W przypadku przestrzeni grawitacja może ją odkształcać, zginać, pchać lub ciągnąć. W przypadku czasu grawitacja może również odkształcać go, przyspieszając lub zwalniając. Rysunek pokazuje, że grawitacja nie jest siłą, lecz zakrzywieniem czasoprzestrzeni.



Za pomocą gry na trampolinie możemy zwizualizować Einsteinowskie odkształcenie grawitacyjne przestrzeni. Nasza masa powoduje wgłębienie w rozciągliwej strukturze przestrzeni na trampolinie. Przetocz piłkę przez odkształcenie u swoich stóp, a zakrzywi się ona w kierunku twojej masy. Im jesteś cięższy, tym bardziej odkształcasz przestrzeń. Powszechnie uważa się, że teoria względności to abstrakcyjna i niezwykle zawiła teoria matematyczna, która nie ma żadnych konsekwencji w życiu codziennym. To jest w rzeczywistości dalekie od prawdy. Teoria ta jest kluczowa dla Globalnego Systemu Pozycjonowania (GPS), który służy do nawigacji do celu. System GPS składa się z sieci ponad 20 satelitów na wysokich orbitach wokół Ziemi. Odbiornik GPS określa swoją aktualną pozycję poprzez porównanie sygnałów czasowych odbieranych z aktualnie widocznych satelitów GPS (zwykle 6–12) i trilaterację na znanych pozycjach każdego satelity. Osiągnięta precyzja jest niezwykła: nawet prosty ręczny odbiornik GPS może określić Twoją absolutną pozycję na powierzchni Ziemi z dokładnością do

5–10 metrów w ciągu zaledwie kilku sekund. Bardziej zaawansowane techniki (np. kinematyka w czasie rzeczywistym (RTK)) dostarczają pozycji na poziomie centymetra z kilkoma minutami pomiaru, co może być wykorzystywane do precyzyjnych pomiarów geodezyjnych, autonomicznej jazdy i innych zastosowań. Aby osiągnąć ten poziom precyzji, tyknięcia zegara z satelitów GPS muszą być znane z dokładnością 20–30 nanosekund. Teoria względności przewiduje, że ich zegary powinny tykać wolniej. Gdyby ten efekt nie został odpowiednio uwzględniony, ustalenie pozycji nawigacyjnej na podstawie GPS byłoby błędne już po 2 minutach, a błędy w pozycjach globalnych narastałyby z szybkością około 10 kilometrów dziennie! Cały system stałby się całkowicie bezużyteczny dla nawigacji w bardzo krótkim czasie.

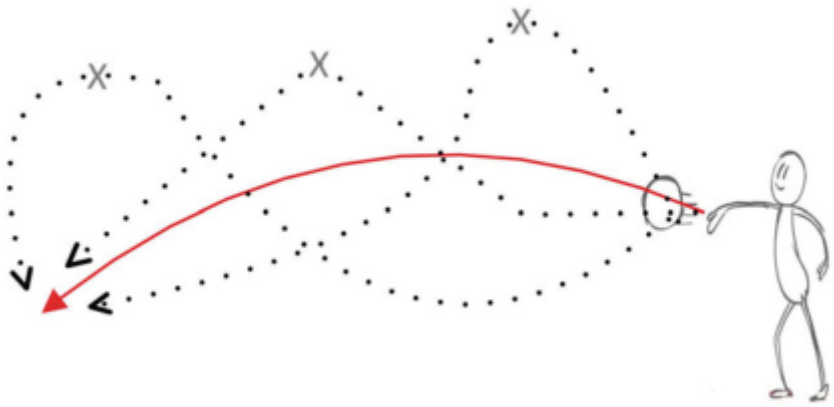
Grawitacja i ciemna energia

Sama grawitacja może uczynić wszechświat niestabilnym, ponieważ grawitacja jest zawsze przyciągająca zarówno w teorii Newtona, jak i Einsteina. Jeśli weźmiemy jakąś materię i rozłożymy ją idealnie równomiernie w przestrzeni przepustowej, układ ten będzie niestabilny, jak skała niepewnie zrównoważona na szczycie cienkiej iglicy. Dopóki warunki pozostaną idealne, materia pozostanie jednorodna, a skała pozostanie w równowadze. Jednakże, jeśli da się tej skale najmniejszego bodźca, równowaga zostanie utracona. To samo dotyczy wszechświata z samą grawitacją, ponieważ najmniejsze zaburzenie doprowadzi do niekontrolowanego wzrostu grawitacyjnego w lokalnej objętości przestrzeni, osiągając większą gęstość. Gdy ten wzrost się rozpocznie, nigdy się nie zatrzyma. Ten początkowo nadmiernie zagęszczony obszar będzie rósł do jeszcze większej gęstości i będzie przyciągał do siebie materię jeszcze skuteczniej. W rzeczywistości można wykazać, że każdy początkowy, statyczny rozkład materii w spoczynku zapadnie się pod wpływem własnej grawitacji, prowadząc nieuchronnie do powstania czarnej dziury. Pierwotnym rozwiązaniem Einsteina było dodanie czegoś jeszcze: stałej kosmologicznej. W jego równaniu, we Wszechświecie zdominowanym przez stałą kosmologiczną odległość między dowolnymi dwoma punktami rosłaby z czasem. Innymi słowy, grawitacja działa, aby przyciągać masy do siebie, ale stała kosmologiczna działa, aby odpychać dowolne dwa punkty. To nie jest satysfakcjonujące rozwiązanie. Jeśli przesuniesz masę nieco za blisko drugiej, grawitacja pokonuje stałą kosmologiczną, co prowadzi do niekontrolowanego wzrostu grawitacyjnego; jeśli przesuniesz masę nieco za daleko, stała kosmologiczna pokonuje grawitację, przyspieszając masę w nieskończoność. W 1922 roku Alexander Friedmann wyprowadził równania opisujące, jak Wszechświat jest równomiernie zapełniony. W innych częściach świata to samo rozwiązanie wyprowadzili Georges Lemaître, Howard Robertson i Art Walker. Jedną z najbardziej zdumiewających cech tego rozwiązania jest to, że wyraźnie pokazuje ono, że struktura czasoprzestrzeni Wszechświata nie może pozostać statyczna. Zamiast tego musi się albo rozszerzać, albo kurczyć, aby była stabilna. W naszym przypadku Wszechświat się rozszerza. Konsensus naukowy jest taki, że nie potrzebujemy stałej kosmologicznej. Traktujemy ją po prostu jako kolejną uogólnioną formę energii z własnymi właściwościami: ciemną energię. Einstein ją przeoczył, ponieważ upierał się przy statycznym Wszechświecie i wynalazł stałą kosmologiczną, aby osiągnąć ten cel. Najnowsze badania pokazują, że grawitacja może być zjawiskiem emergentnym, a nie siłą fundamentalną. Dokładniej, grawitacja podlega drugiej zasadzie termodynamiki, zgodnie z którą entropia układu ma tendencję do wzrostu w czasie. Wykorzystując statystyki do rozważenia wszystkich możliwych ruchów masy i związanych z nimi zmian energii, naukowcy odkryli, że ruchy ku sobie są termodynamicznie bardziej prawdopodobne niż inne. Co więcej, ciemna energia prowadzi do wkładu prawa objętości termicznej do entropii. Innymi słowy, grawitacja i ciemna energia mają sprawić, że wszechświat będzie bardziej stabilny.

Zasada najmniejszego działania: dowód na istnienie Boga

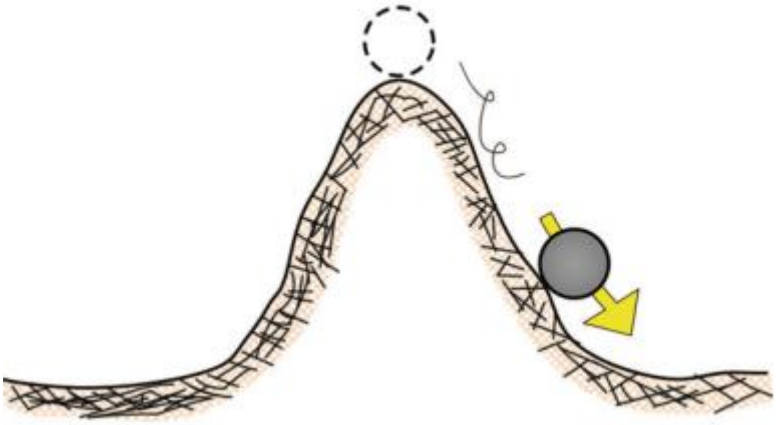
W 1744 roku Pierre-Louis Moreau de Maupertuis odkrył zasadę najmniejszego działania, usiłując udowodnić istnienie Boga. Spodziewał się uznania, dokonując swoistej matematycznej i teologicznej

przeróbki praw mechaniki Newtona. Jednak jego argumenty były początkowo wyśmiewane przez intelektualistów w całej Europie. Zasada ta okazała się jedną z najbardziej wpływowych idei w fizyce. Pod koniec XIX wieku cała mechanika opierała się na tej zasadzie. Nic dziwnego, że zasada najmniejszego działania jest niekiedy uważana za największe uogólnienie w dziedzinie nauk fizycznych. Zasada ta pozostaje centralną we współczesnej fizyce i matematyce, znajdując zastosowanie w termodynamice , mechanice płynów , teorii względności, mechanice kwantowej , fizyce cząstek elementarnych i teorii strun, a także stanowi przedmiot współczesnych badań matematycznych w teorii Morse'a. Bóg, jako istota inteligentna, będzie zawsze działał w najbardziej ekonomiczny sposób, a zatem „działanie" w każdym ruchu we wszechświecie powinno być minimalne. Zasada najmniejszego działania stwierdzała właśnie to – że w każdym ruchu pochłonięte działanie (mierzone iloczynem masy, prędkości i odległości) będzie minimalne. Natura jest oszczędna we wszystkich swoich działaniach dzięki doskonałości Boga. Zanim zaproponowano zasadę najmniejszego działania, wiele podobnych idei pojawiło się w metrologii i optyce. Kiedy rozciągacz liny w starożytnym Egipcie mierzył odległość między dwoma punktami, lina przymocowana do tych dwóch punktów była napinana, co mogło zmniejszyć odległość do minimum. Ptolemeusz podkreślił w rozdziale 2 Księgi 1 jego Geografii, że geodeta musi dokonać odpowiednich poprawek błędów w liniach prostych. Starożytny grecki matematyk Euklides stwierdził w „Optyce odbicia" (Catoptrica), że gdy światło pada na lustro, kąt padania odbitej ścieżki światła jest równy kątowi odbicia. Później Heron z Aleksandrii udowodnił, że długość tej ścieżki jest najkrótsza [9]. Prostym sposobem podejścia do tej zasady jest rozważenie, że w naszym codziennym życiu zawsze staramy się jak najbardziej oszczędzać czas i energię. Aby osiągnąć ten cel, projektujemy narzędzia, w tym komputery i sztuczną inteligencję. Wierzymy, że ludzie są najinteligentniejszym gatunkiem na Ziemi, ponieważ potrafimy projektować narzędzia oszczędzające czas i energię. Maupertuis odkrył jednak, że w świecie fizycznym, we wszystkich zmianach zachodzących we wszechświecie, suma iloczynów prędkości każdego ciała i odległości, jaką ono pokonuje, jest najmniejsza z możliwych, jak pokazano na rysunku 2.



Na przykład, jeśli rzucisz kawałek skały, znajdzie on najtańszą drogę powrotną na Ziemię – że można obliczyć jego ścieżkę, stosując jego zasadę. Maupertuis nigdy nie wątpił, że jest na tropie czegoś wielkiego. Zatytułował swoją pracę „Prawa ruchu i spoczynku wyprowadzone z atrybutów Boga". Następnie, w osobliwym odwróceniu tej idei, twierdził, że skonstruował dowód na istnienie Boga. Zasada najmniejszego działania jest intuicyjnie zrozumiała z samej nazwy. Tak zwana ilość działania odnosi się do kwoty kosztu (Kosztu), która spełnia wspomnianą zasadę pomiaru wyboru różnych ruchów. W mechanice klasycznej ilość działania odnosi się do kwoty kosztu potrzebnej do dotarcia z jednego punktu do drugiego. Natura zawsze wybiera ścieżkę, która minimalizuje ten koszt. W innych dziedzinach, specyficzna forma tej ilości działania musi być badana poprzez doświadczenie. W różnych dziedzinach forma tego działania jest inna. Światło porusza się po liniach prostych, a nie po

zakrzywionych trajektoriach, w ośrodku jednorodnym. Dzieje się tak, ponieważ odległość w linii prostej jest najkrótsza. Jednak światło ulegnie załamaniu w ośrodku niejednorodnym, ponieważ może to zapewnić, że zmniejszona odległość, jaką pokonuje światło, będzie najkrótsza, a więc zajmie mu to najkrótszy czas. Oznacza to, że sposób załamania światła to droga, która sprawia, że światło pokonuje drogę optyczną w najkrótszym czasie. Ta droga optyczna to ilość działania w procesie propagacji światła, zdefiniowana jako iloczyn długości drogi i współczynnika załamania. To zasada Fermata. Innym przykładem jest smukły łańcuch, którego końce są zawieszone na tym samym poziomie. Jaki jest kształt tego łańcucha? Inteligentna natura sprawi, że ilość działania tego układu – energia potencjalna grawitacji – będzie miała tendencję do bycia minimalną. Zgodnie z zasadą wariacyjną można uzyskać kształt tego łańcucha, tzw. „linii zawieszenia". Rozważmy prosty przykład wyjaśniający tę zasadę. Załóżmy, że kamień zostanie umieszczony na zboczu głębokiej doliny, jak pokazano na rysunku 3.



Będzie się on staczał po zboczu doliny. W tym prostym zjawisku naturalnym jednym z wyjaśnień jest równowaga między siłami grawitacji a siłami oporu powietrza i powierzchni. To klasyczna fizyka Newtona. Inne wyjaśnienie, które pomija pojęcie sił, opiera się na fakcie, że układ nie jest stabilny, gdy kamień znajduje się w najwyższym punkcie doliny, a na konturze doliny znajduje się pewien punkt w stanie stabilnym. W stanie stabilnym energia potencjalna całego układu (skały i Ziemi) jest minimalna i znajduje się na samym dnie doliny. Innymi słowy, toczenie się kamieni jest zjawiskiem naturalnym, które stabilizuje układ. Wybierając ścieżkę najmniejszego oddziaływania, układ stabilizuje się z większą wydajnością niż w przypadku wyboru innej ścieżki. A inteligencja pojawia się w sposób naturalny w tym procesie stabilizacyjnym.

Teleportacja kwantowa: Upiorna na odległość

„Przenieś mnie" to jedno z najsłynniejszych haseł z serialu „Star Trek". To polecenie wydawane, gdy postać chce teleportować się z odległego miejsca z powrotem na statek kosmiczny Enterprise. Teleportacja ludzi jest obecnie dostępna wyłącznie w literaturze science fiction. W subatomowym świecie mechaniki kwantowej teleportacja jest teraz możliwa, choć nie w sposób typowy dla VT. Dokładniej rzecz ujmując, teleportacja w świecie kwantowym polega na transporcie informacji, a nie materii. W teleportacji kwantowej stan cząstki może natychmiast „teleportować" się do dwóch odległych, splątanych cząstek. W grudniu 2020 roku naukowcy z Fermilab, krajowego laboratorium Biura Nauki Departamentu Energii USA, wraz z partnerami po raz pierwszy zaprezentowali demonstrację trwałej, dalekosiężnej (44 kilometry światłowodu) teleportacji z dokładnością przekraczającą 90%. Teleportacja kwantowa odbywa się za pomocą naturalnego zjawiska splątania kwantowego, które Einstein nazwał „upiornym z odległości". W splątaniu kwantowym, jednym z

podstawowych pojęć fizyki kwantowej, właściwości jednej cząstki wpływają na właściwości drugiej, nawet gdy cząstki te są od siebie oddalone o dużą odległość. Na przykład, jeśli elektron A i elektron B są splątane, zmiana czegoś w jednej z cząstek natychmiast wpływa na drugą – w rzeczywistości nawet szybciej niż prędkość światła. Czytasz to poprawnie – szybciej niż prędkość światła. I niezależnie od odległości między dwiema cząstkami. Elektron A może znajdować się na Ziemi, a elektron B na Jowiszu. Dlatego takie zachowanie doprowadzało Einsteina do szału. Uważał to za upiorne. Fakt, że cząstki kwantowe mogą być splątane, sprawia, że komputer kwantowy jest potężniejszy niż komputer klasyczny. Dzięki informacjom przechowywanym w superpozycji, niektóre problemy można rozwiązać wykładniczo szybciej. Głębsze zrozumienie splątania może pomóc w rozwiązaniu zarówno problemów praktycznych, jak i fundamentalnych. Splątanie może być kluczem do odpowiedzi na niektóre z najbardziej fundamentalnych pytań fizyki. Co jest przyczyną splątania? Jak dotąd nie ma na to precyzyjnej odpowiedzi. Niektórzy badacze próbowali wyjaśnić to z perspektywy funkcji falowych zaangażowanych cząstek. Niektórzy badacze wykorzystali „prawo zachowania informacji" do wyjaśnienia splątania kwantowego. W tym nurcie badań uważa się, że dwie cząstki są splątane ze względu na powiązanie relacją/informacją, a informacja nie może zostać zniszczona, a zasada zachowania informacji jest spełniona w każdej chwili. Jeśli coś ulegnie zmianie w jednej ze splątanych cząstek, układ nie jest stabilny i aby stał się stabilny, konieczna jest zmiana innej cząstki.